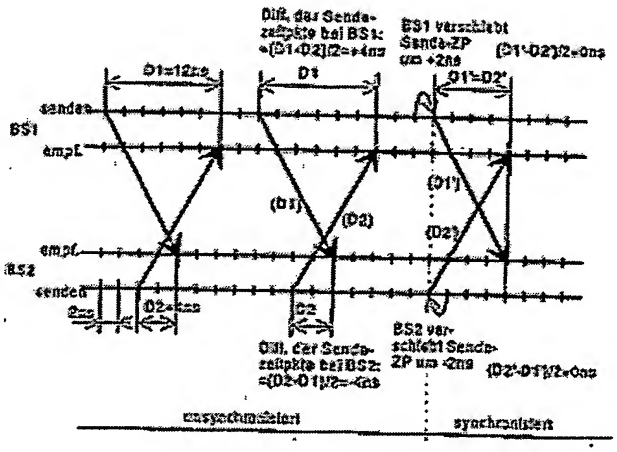
Synchronisation method for radio communications system

Patent number: DE19858358
Publication date: 2000-06-29
Inventor: MENZEL CHRISTIAN (DE)
Applicant: SIEMENS AG (DE)
Classification:
- international: H04L7/00; H04L5/26; H04Q7/20; H04B7/005; H04B7/204; G08C17/02
- european: H04B7/26V6D6
Application number: DE19981058358 19981217
Priority number(s): DE19981058358 19981217

Abstract of **DE19858358**

The synchronisation method uses comparison of the reception time point of a radio transmission received from at least one adjacent radio station (BS1) with the transmission time point of the receiving radio station (BS2), to provide synchronisation information transmitted by the receiving radio station. This synchronisation information is received by the adjacent radio station (BS1) and used at the latter for adjusting its transmission time point, to provide synchronisation between the radio stations.



Data supplied from the ***esp@cenet*** database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

(19) BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENT- UND MARKENAMT

(12) **Offenlegungsschrift**

(10) **DE 198 58 358 A 1**

(21) Aktenzeichen: 198 58 358.3
(22) Anmeldetag: 17. 12. 1998
(43) Offenlegungstag: 29. 6. 2000

(51) Int. Cl.[7]:
H 04 L 7/00
H 04 L 5/26
H 04 Q 7/20
H 04 B 7/005
H 04 B 7/204
G 08 C 17/02

DE 198 58 358 A 1

(71) Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

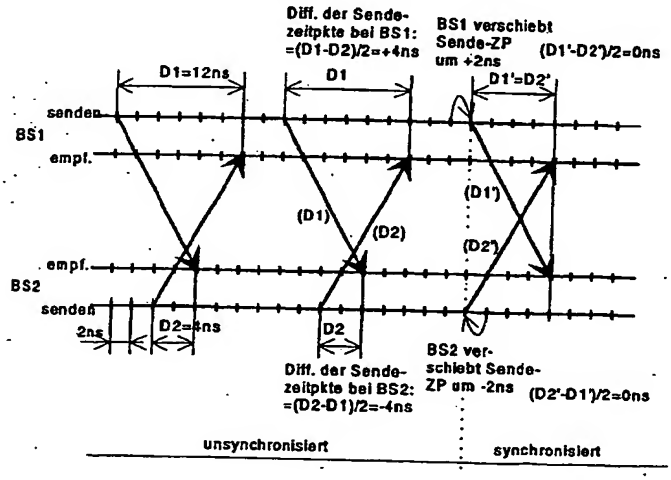
(72) Erfinder:
Menzel, Christian, Dr.-Ing., 82216 Maisach, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Verfahren zur Zeitsychronisation von Funkstationen in einem Funk-Kommunikationssystem

(57) Erfindungsgemäß kommt ein wechselseitiger Abgleich von Funkstationen, die Basisstationen aber auch sich bewegende Mobilstationen sein können, zum Einsatz. So empfängt eine zweite Funkstation über eine Funkschnittstelle (z. B. TDD für UMTS) Aussendungen von zumindest einer ersten benachbarten Funkstation, bestimmt bezüglich der empfangenen Aussendungen ein Empfangszeitpunkt, vergleicht den Empfangszeitpunkt mit einem Sendezeitpunkt der eigenen Aussendungen und sendet das Ergebnis des Vergleichs als Synchronisationsinformationen. Die erste Funkstation empfängt die Synchronisationsinformation und paßt den Sendezeitpunkt im Sinne einer Synchronisation mit der zweiten Funkstation an.



DE 198 58 358 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Zeitsynchronisation von Funkstationen eines Funk-Kommunikationssystems, inbesondere eines Mobilfunksystems mit TDD-Übertragungsverfahren.

In Funk-Kommunikationssystemen werden Informationen (beispielsweise Sprache, Bildinformationen oder andere Daten) mit Hilfe von elektromagnetischen Wellen über eine Funkschnittstelle zwischen sendender und empfangender Funkstation (bspw. Basisstation und Teilnehmerstation) übertragen. Die Teilnehmerstationen sind dabei Mobilfunkstationen oder sonstige mobile oder auch stationäre Endgeräte. Das Abstrahlen der elektromagnetischen Wellen erfolgt dabei mit Trägerfrequenzen, die in dem für das jeweilige System vorgesehenen Frequenzband liegen. Für zukünftige Mobilfunksysteme mit CDMA- oder TD/CDMA-Übertragungsverfahren über die Funkschnittstelle, beispielweise das UMTS (Universal Mobile Telekommunikation System) oder andere Systeme der dritten Generation, sind Frequenzen im Frequenzband von ca. 2000 MHz vorgesehen.

Wie bereits in DE 198 18 325 und EP 98 107 763 diskutiert, ist bei einem TDD-Übertragungsverfahren (time division duplex) eine Synchronität zwischen den Basisstation vonnöten, um Interferenzen zu minimieren. In EP 98 107 763 ist beispielsweise angeben, daß im Sinne eines Schneeballprinzips sich die Basisstationen nacheinander an einer zuvor synchronisierten Basisstation orientieren und ihre Sendezeitpunkte danach ausrichten. Aus dem in Deutschland betriebenen C-Netz ist es ferner bekannt, eine zentrale Basisstation als Zeitreferenz zu nutzen, auf die sich umliegende Basisstationen ständig synchronisieren können. Bei diesen Verfahren ist eine zentrale Kontrolle bzw. Auslösung der Synchronisation nötig, die entsprechend überwacht werden muß. Der Aufwand ist entsprechend groß und steigt bei einer Verdichtung des Funk-Kommunikationssystems weiter an.

Weitere Synchronisationsverfahren sehen hochstabile Zeitreferenzen in den Basisstationen vor, z. B. hochstabile Oszillatoren oder GPS-Empfänger (global positioning system). Diese Mittel sind jedoch sehr aufwendig und müssen in jeder Basisstation lokal vorgehalten werden. Bei der Nutzung von GPS kann eine in geschlossenen Räumen installierte Basisstation nicht synchronisiert werden, da der Funkkontakt zum GPS-Satelliten fehlt.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Zeitsynchronisation anzugeben, bei dem eine dezentrale und selbstregelnde Zeitsynchronisation von Funkstationen mit geringem Aufwand ermöglicht wird. Diese Aufgabe wird durch das Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

Erfindungsgemäß kommt ein wechselseitiger Abgleich von Funkstationen, die Basisstationen aber auch sich bewegende Mobilstationen sein können, zum Einsatz.

So empfängt eine zweite Funkstation über eine Funkschnittstelle Aussendungen von zumindest einer ersten benachbarten Funkstation, bestimmt bezüglich der empfangenen Aussendungen ein Empfangszeitpunkt, vergleicht den Empfangszeitpunkt mit einem Sendezeitpunkt der eigenen Aussendungen und sendet das Ergebnis des Vergleichs als Synchronisationsinformationen. Die erste Funkstation empfängt die Synchronisationsinformation und paßt den Sendezeitpunkt im Sinne einer Synchronisation mit der zweiten Funkstation an. Die richtige Einstellung des Sendezeitpunkts steht für die zeitliche Synchronisation der Funkstation und ist ein Bezugspunkt im Zeitraster bzw. der Zeitlagenstruktur einer Funkstation.

Das Verfahren ist dezentral und benötigt keine aufwendigen zusätzlichen Mittel, da die Funkschnittstelle selbst zur Synchronisation genutzt wird. Dabei findet eine Kommunikation, z. B. in Kanälen für Punkt-zu-Multipunkt Verbindungen (Broadcast channel), zwischen den Funkstationen statt. Eine Kommunikation mit Informationsgehalt zwischen Basisstationen ist in Funk-Kommunikationssystemen sonst unüblich. Selbst bei einer Veränderung der Entfernung zwischen den Funkstationen, z. B. bei einer Neukonfigurierung von Funkzellen oder bei sich bewegenden oder den Ort wechselnden Teilnehmerstationen, justiert sich die Synchronisation selbst nach.

Nach einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung sind in der Aussendung der ersten Funkstation ebenso Synchronisationsinformationen an die zweite Funkstation enthalten, die von der zweiten Funkstation zur Synchronisation genutzt werden. Damit werden mehrere Funkstationen miteinander synchronisiert, wobei es besonders vorteilhaft ist, wenn bei einer festgestellten Abweichung der Sendezeitpunkte beider Funkstationen beide Funkstationen die Sendezeitpunkte anpassen. Damit erfolgt die Synchronisation unter gleichberechtigten Funkstationen und keine zentral kontrollierten Master-Station sind nötig.

Soll eine große Menge von Funkstationen miteinander synchronisiert werden, dann ist es besser, wenn die Veränderungen der Sendezeitpunkte nicht abrupt sind. In einem Netz vieler Wechselwirkungen würden sonst im großem Umfang wiederum andere Anpassungen nötig sein. Daher ist es vorteilhaft, wenn die Verschiebung der Sendezeitpunkte beider Funkstationen in etwa gleich groß ist. Eine alternative Variante sieht vor, daß nur eine Funkstation den Sendezeitpunkt verschiebt und zwar durch eine Verschiebung im Sinne eines späteren Sendens. Damit wird verhindert, daß ein zu sendender Block verloren geht. Es könnten jedoch auch die Sendezeitpunkte beider Funkstationen "nach hinten" verschoben werden.

Um Instabilitäten bei der Synchronisation zu vermeiden wird die Synchronisation wiederholt durchgeführt, wobei die Anpassung der Sendezeitpunkte nur innerhalb bestimmter Intervalle erlaubt ist, welche einem Mehrfachen des Signalaustausches zwischen den Funkstationen entsprechen. Die Abstände betragen beispielsweise ein Mehrfaches einer Rahmendauer. Weiterhin wird die Stabilität durch eine Mittelung der Vergleichsergebnisse vor einer Synchronisation erhöht.

Eine Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist besonders in Funk-Kommunikationssystemen mit TDD-Übertragungsverfahren vorteilhaft, wenn z. B. einzelne Zeitschlitze eines Rahmens für die Auf- oder Abwärtsrichtung von unterschiedlichen Basisstationen benutzt werden. Hierbei können die Basisstationen im gleichen Frequenzband die Aussendungen der anderen Basisstationen mit den vorhandenen Empfängern auswerten. Es wird keinerlei zusätzliche Hardware benötigt. Für UMTS ist ein breitbandiges Frequenzband vorgesehen, wobei sich innerhalb des Frequenzbandes gleichzeitig übertragene Signale anhand eines verbindungsindividuellen Spreizkodes unterscheiden. Innerhalb der Zeitschlitze werden Funkblöcke übertragen, wobei zum Ausgleich von Regelschwankungen bezüglich der Synchronisation Schutzzeiten vorgesehen sind, die kleinere Ungenauigkeiten bezüglich der Sendezeitpunkte zulassen.

Eine weitere Verbesserung des vorgeschlagenen Verfahrens ergibt sich, wenn:

die Funkstationen eine gerichtete Abstrahlung (smart antennas) zulassen und somit die Synchronisationsinformationen auf die benachbarte Funkstation gerichtet abgestrahlt werden, oder der Empfangszeitpunkt derart definiert wird, daß

BNSDOCID: <DE__19858358A1_I >

er bei beiden Funkstationen innerhalb mehrerer Signalkomponenten einer Mehrwegeausbreitung jeweils auf den kürzesten oder am stärksten empfangenen Ausbreitungsweg bezogen ist.

Damit wird die Genauigkeit der Zeitbestimmung in Funk-Systemen mit Mehrwegeausbreitung erhöht.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand der beiliegenden Zeichnungen näher erläutert.

Dabei zeigen

Fig. 1 ein Funk-Kommunikationssystem,

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer TDD-Funkschnittstelle zwischen Basisstation und Teilnehmerstationen,

Fig. 3 eine Anordnung von Basisstationen,

Fig. 4 eine Aufteilung von Zeitschlitzen auf die Basisstationen, und

Fig. 5 eine Darstellung des Synchronisationsverfahrens.

Das in **Fig.** 1 dargestellte Mobilfunksystem als Beispiel eines Funk-Kommunikationssystems besteht aus einer Vielzahl von Mobilvermittlungsstellen MSC, die untereinander vernetzt sind bzw. den Zugang zu einem Festnetz PSTN herstellen. Weiterhin sind diese Mobilvermittlungsstellen MSC mit jeweils zumindest einer Einrichtung RRC zur Steuerung der Basisstationen BS und zum Zuteilen von funktechnischen Ressourcen, d. h. einem Funkressourcenmanager, verbunden. Jede dieser Einrichtungen RRC ermöglicht wiederum eine Verbindung zu zumindest einer Basisstation BS. Eine solche Basisstation BS kann über eine Funkschnittstelle eine Verbindung zu einer Teilnehmerstation, z. B. Mobilstationen MS oder anderweitigen mobilen und stationären Endgeräten, aufbauen. Durch jede Basisstation BS wird zumindest eine Funkzelle gebildet.

In **Fig.** 1 sind beispielhaft Verbindungen V1, V2, V3 zur Übertragung von Daten dargestellt. Ein Operations- und Wartungszentrum OMC realisiert Kontroll- und Wartungsfunktionen für das Mobilfunksystem bzw. für Teile davon. Die Funktionalität dieser Struktur ist auf andere Funk-Kommunikationssysteme übertragbar, in denen die Erfindung zum Einsatz kommen kann, insbesondere für Teilnehmerzugangsnetze mit drahtlosem Teilnehmeranschluß und für im unlizensierten Frequenzbereich betriebene Basisstationen und Teilnehmerstationen.

Die Rahmenstruktur einer TDD-Funkübertragung (time division duplex) ist aus **Fig.** 2 ersichtlich. Innerhalb eines breitbandigen Frequenzbereichs, beispielsweise der Bandbreite B = 5 MHz findet gemäß einer TDMA-Komponente (time division multiple access) ist eine Aufteilung in mehrere Zeitschlitze ts gleicher Zeitdauer, beispielsweise 16 Zeitschlitze ts 1 bis 16 pro Rahmen fr statt. Mehrere Rahmen fr bilden einen Multirahmen usw.; somit entsteht eine Kanalstruktur. Jeder Basisstation BS1 bis BS3 sind einige Zeitschlitze ts zugeteilt – siehe **Fig.** 4. Ein Teil der Zeitschlitze ts wird jeweils in Abwärtsrichtung DL und ein Teil der Zeitschlitze wird in Aufwärtsrichtung UL benutzt.

Bei diesem TDD-Übertragungsverfahren entspricht das Frequenzband für die Aufwärtsrichtung UL dem Frequenzband für die Abwärtsrichtung DL. Gleiches wiederholt sich für weitere Trägerfrequenzen. Durch die variable Zuteilung der Zeitschlitze ts für Auf- oder Abwärtsrichtung UL, DL können vielfältige asymmetrische Ressourcenzuteilungen und durch die beliebige Zuteilung der Zeitschlitze ts auf die Basisstationen BS1 bis BS3 eine lastabhängige Anpassung der einer Basisstation BS zugeteilten funktechnischen Ressourcen vorgenommen werden.

Die Zuteilung der Zeitschlitze ts erfolgt in der Einrichtung RRC zur Zuteilung von funktechnischen Ressourcen, wobei ein Zeitschlitz ts nur einer Basisstation BS1 bis BS3 zugeteilt ist. Die einer Basisstation BS1 zugeteilten Zeitschlitze ts werden dieser durch die Einrichtung RRC signalisiert.

Innerhalb der Zeitschlitze ts werden Informationen mehrerer Verbindungen in Funkblöcken übertragen. Die Daten sind verbindungsindividuell mit einer Feinstruktur, einem Spreizkode c, gespreizt, so daß empfangsseitig beispielsweise n Verbindungen durch diese CDMA-Komponente (code division multiple access) separierbar sind. Es sind kurze Schutzzeiten – die Differenz der Funkblocklänge zur Länge eines Zeitschlitzes ts – vorgesehen, die als Toleranz für die Zeitsynchronisation dienen.

Die drei Basisstationen BS1 bis BS3 sind entweder am gleichen Standort untergebracht und versorgen unterschiedliche Sektoren oder sind an unterschiedlichen Standorten montiert, **Fig.** 3. Damit überlappen sich die Abstrahlungsdiagramme der Basisstationen BS zumindest teilweise. Jede Basisstation BS1 bis BS3 versorgt eine Funkzelle, ihr ist ein Funkzellenindikator zugeordnet. Die in **Fig.** 3 gezeigte Aufstellung der Basisstationen BS1 bis BS3 zusammen mit einer Aufteilung der Zeitschlitze ts auf die drei Basisstationen BS1 bis BS3 führt zu sehr hohen Anforderungen an die Synchronisation, da sich die Aussendungen der Basisstationen BS1 bis BS3 an keinem Ort der Funkzellen ungewollt überlagern sollen.

Erfindungsgemäß wird die Zeitsynchronisation benachbarter Basisstaionen über die Funkschnittstelle durch sich ständig wiederholendes Senden, Empfangen, Messen und Auswerten der Zeitlagendifferenzen zwischen den beteiligten Nachbar-Basisstationen solange durchgeführt, bis die Zeitlagendifferenz durch Anpassung der Sendezeitpunkte beseitigt und die Zeitsynchronität hierdurch erreicht ist.

Dabei empfängt eine zweite Basisstation BS2 in einem ersten Schritt Aussendungen einer ersten Basisstation BS1, die eine Nachbar-Basisstationen ist, wobei diese Aussendungen bereits von der ersten Basisstation BS1 ermittelte Synchronisationsinformationen über die Zeitdifferenz zwischen den Basisstationen BS1, BS2 enthalten können.

In einem zweiten Schritt wird in der zweiten Basisstation BS2 der Empfangszeitpunkt der Aussendungen der ersten Basisstation BS1 bestimmt und ein Vergleich mit der Zeitlage ihrer eigenen Aussendungen durchgeführt.

In einem dritten Schritt wird das Ergebnis dieses Vergleiches als Synchronisationsinformationen ausgesendet und wiederum von den ersten Basisstation BS1 empfangen und ausgewertet.

Vor oder nach dem dritten Schritt wird der Sendezeitpunkt der zweiten Basisstation BS2 entsprechend dem Ergebnis des Vergleiches angepaßt.

Das Verfahren läßt sich sowohl für eine Fein-Synchronisation auf Funkblock-Zeitschlitz-Ebene, als auch für eine Grob- oder Basis-Synchronisation auf Zeitrahmen-Ebene benutzen.

Das erfindungsgemäße Synchronisationsverfahren beruht zwar auf der Gleichzeitigkeit von Aussendungen, kann jedoch in einer weiteren Ausbildung der Erfindung, z. B. durch zusätzliche Offset-Werte so modifiziert werden, daß zwischen den Aussendezeitpunkten zweier Basisstationen eine konstante, starre Zeitverschiebung erreicht wird. Dies ist besonders dann von Vorteil, wenn unterschiedliche Zellgrößen von den Basisstationen zu versorgen sind und in vorgebbaren Zonen, beispielsweise dem Übergang zwischen beiden Zellen (wichtig für Handover), die Aussendungen beider Basisstationen BS1, BS2 gleichzeitig eintreffen sollen. Ist der Zellrand nicht genau in der Mitte zwischen den Basisstationen BS1, BS2, dann dient der Offset zur Anpassung.

Die Erfindung wird nun anhand eines Beispiels für die Synchronisation von Basisstationen BS1, BS2 gemäß **Fig.** 5

BNSDOCID: <DE__19858358A1 | >

verdeutlicht. Die zu synchronisierenden Funkstationen könnten jedoch auch zumindest zum Teil Mobilstationen oder andere Teilnehmerstationen sein.

Die Synchronisation erfolgt durch Messen und Senden der Zeitlagendifferenzen der ersten und zweiten Basisstation BS1 und BS2 in einem Kanal mit Punkt-zu-Multipunkt-Verbindung. Zur Verdeutlichung des Problem wird angenommen, daß von einem Meßpunkt, welcher sich in gleicher Entfernung von der ersten und zweiten Basisstation BS1, BS2 befindet, festgestellt wird, daß der Sendezeitpunkt der ersten Basisstation BS1 anfänglich um einen bestimmten Wert – hier 4 ns – vor dem Sendezeitpunkt der zweiten Basisstation BS2 liegt. Weiterhin wird angenommen, daß die Struktur, insbesondere die zeitliche Abfolge und der Typ der Aussendung der Basisstationen BS1, BS2 jeweils in der anderen Basisstation BS2, BS1 empfangen wird und damit bekannt ist.

Durch die verschobenen Zeitlagen empfängt die erste Basisstation BS1 eine Aussendung (Signal) der zweiten Basisstation BS2 stets D1 = (w + 4) ns später als es in ihrer eigenen Zeitlage erwartet wird. Umgekehrt empfängt die zweite Basisstation BS2 ein Signal der ersten Basisstation BS1 stets D2 = (4–w) ns eher als nach eigener Zeitlage erwartet. Diese Differenz kann als OTD observed time difference zwischen einem erwarteten Ereignis (erwarteter Empfangszeitpunkt nach eigener Zeitlage) und dem tatsächlichen Ereignis (gemessener Empfangszeitpunkt) definiert werden.

W stellt hierbei den Wert der zusätzlichen Verzögerung infolge der endlichen Ausbreitungsgeschwindigkeit der Signale dar (in absoluter Zeit müßte es heißen: "(w – 8)ns später", und wenn dann w sehr klein oder gleich 0 ist, bedeutet "–8 ns später", nämlich "8 ns eher").

Die von der ersten Basisstation BS1 gemessene Verzögerung von D1 = (w + 4) ns sendet die erste Basisstation BS1 an die zweite Basisstation BS2 und die zweite Basisstation BS2 sendet die von ihr gemessene Verzögerung von D2 = (w – 4) ns an die erste Basisstation BS1. Diese Aussendung erfolgt wiederum im Kanal zur Punkt-zu-Multipunkt-Verbindung, wobei ähnlich den TA-Werten (timing advance) für Mobilstationen die Zeitdifferenz angezeigt wird und als Adressierungsinformation der Funkzellenindikator verwendet wird. Um auch negative Differenzen mit einer positiven Signalisierung anzuzeigen, wird ein negativer Offset verwendet. Beispielsweise wird einmal pro Rahmen fr eine oder mehrere solcher Synchronisationsinformationen von einer Basisstation BS gesendet. An welche benachbarte Basisstation BS die Information gerichtet ist, ergibt sich aus der Adressierungsinformation.

Somit ist nach einer 1. Variante vorgesehen, daß allen x Rahmen jeder benachbarten Basisstation BS die Zeitdifferenz signalisiert wird. Eine 2. Variante sieht vor, daß die Signalisierung nur bei Bedarf, also bei einer Abweichung einer bestimmten Größe erfolgt. Eine 3. Variante besteht darin, die Signalisierung als Antwort auf die Benachrichtigung durch die Nachbar-Basisstation BS vorzusehen. Empfängt die zweite Basisstation BS2 Synchronisationsinformationen der ersten Basisstation BS1, dann antwortet sie baldmöglichst. Die Varianten 2 und 3 lassen sich vorzüglich kombinieren.

Die Basisstationen BS1 und BS2 kennen somit die von Ihnen selbst und die jeweils von anderen Basisstationen gemessene Verzögerung und können sie nun zur Angleichung ihrer Sendezeitpunkte bzw. Zeitlagen verwenden, so daß hierdurch die Zeitsynchronisation erreicht wird.

Hierzu rechnet die erste Basisstation BS1 durch die Operation ((w + 4) – (w – 4))/2 aus, daß ihr Sendezeitpunkt 4 ns vor dem der zweiten Basisstation BS2 liegt. Die zweite Basisstation BS2 hingegen errechnete aus ((w – 4) – (w + 4))/2, daß ihr Sendezeitpunkt –4 ns. "vor" (d. h. also 4 ns nach) dem Sendezeitpunkt der ersten Basisstation BS1 liegt.

Mit dieser Information können die Basisstationen BS1 und BS2 ihre Sendezeitpunkte in verschiedener Weise synchronisieren z. B.:

1. BS1 verschiebt den Sendezeitpunkt um 4 ns/2 = 2 ns nach hinten und BS2 verschiebt den Sendezeitpunkt um –4 ns/2 = –2 ns nach hinten, d. h. 2 ns nach vorn. Dieser Fall ist in **Fig. 5** dargestellt.
2. BS1 und BS2 wissen durch gegenseitige Signalisierung oder durch Konfigurationsdaten, wer seinen Sendezeitpunkt unverändert läßt und wer verschiebt.

Bei Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens könnte z. B. eine Variante festgelegt werden, daß Sendezeitpunkte nur zurückverschoben werden dürfen, um den Verlust eines Datenblocks, z. B. für die zweite Basisstation BS2, zu vermeiden. Wenn beispielsweise die zweite Basisstation BS2 den Sendezeitpunkt konstant halten soll, so muß die erste Basisstation BS1 ihn um 4 ns nach hinten verschieben, um Synchronität zu erreichen.

Nachdem die Sendezeitpunkte synchronisiert sind, messen und empfangen die Basisstationen BS1, BS2 nur noch gemessene Verzögerungen von D1' = D2' = w ns usw., woraus sich mit (w – w)ns = 0 ns ergibt, daß die Sendezeitpunkte gerade übereinstimmen. Durch ständiges weiteres Senden, Empfangen und Messen von beobachteten Differenzen der Sendezeitpunkte gemäß der oben genannten drei Schritte wird die Synchronität nachgeregelt und damit ständig aufrecht erhalten.

Das Verfahren kann in gleicher Weise für die Synchronisation zwischen mehr als zwei Basisstationen BS angewendet werden. Die Schritte und Berechnungen nach obigem Beispiel werden hierbei für jedes Basisstationen-Paar BSi-BSj (i, j = 1 . . . n) gesondert ausgeführt. Dafür ist sicherlich besonders die gemäß Ziff. 1 beschriebene Synchronisationsmethode (Halbierung der berechneten Sendezeitpunktsverschiebungen) besonders vorteilhaft. Im Fall, daß für verschiedene Nachbar-Basisstationen unterschiedliche Sendezeitpunktsverschiebungen berechnet werden, dann die resultierende Verschiebung pro Basisstation durch Mittelung der unterschiedlichen Ergebnisse bestimmt werden kann.

Um Instabilitäten der netzweiten Synchronisation zu vermeiden, werden die Sendezeitpunkte nur in bestimmten längeren Intervallen durchgeführt und die berechneten Ergebnisse innerhalb dieser Intervalle oder sogar über sie hinaus gemittelt.

Wenn an den Basisstationen Richt- oder einstellbare Antennen (SDMA oder smart antennas) verwenden, so können diese zur Verbesserung des Verfahrens verwendet werden. Hierzu werden die Abstrahlungsdiagramme der Antennen bei der Aussendung der Synchronisationsinformationen gerade auf die Nachbar-Basisstationen gerichtet. Die für die Synchronisation erforderliche Information wird für die Mobilstationen ohnehin nicht benötigt. Falls die benachbarten Basisstationen BS keine direkte Sichtverbindung haben, so ist jedoch das Profil einer potentiellen Mehrwegeausbreitung zwischen den Basisstationen BS reziprok. Hierdurch ist es möglich, daß für die Bestimmung der Empfangszeitpunkte eine Festlegung z. B. auf den kürzesten Weg oder den am stärksten empfangenen Weg erfolgt, weil dieser für ein Basisstationspaar jeweils der gleiche ist.

Das erfindungsgemäße Zeitsynchronisationsverfahren gewährleistet somit ohne zusätzlichen technischen Aufwand eine völlig selbständige, sich selbst justierende Synchronisation, auch wenn sich die zu synchronisierenden Funksta-

BNSDOCID: <DE__19858358A1_I_>

tionen bewegen oder ihren Standort verändert haben.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Zeitsynchronisation von Funkstationen (BS) in einem Funk-Kommunikationssystem,
bei dem eine zweite Funkstation (BS2) über eine Funkschnittstelle Aussendungen von zumindest einer ersten benachbarten Funkstation (BS1) empfängt,
bezüglich der empfangenen Aussendungen ein Empfangszeitpunkt in der zweiten Funkstation (BS2) bestimmt wird,
der Empfangszeitpunkt mit einem Sendezeitpunkt der eigenen Aussendungen der zweiten Funkstation (BS2) verglichen wird,
das Ergebnis des Vergleichs als Synchronisationsinformationen von der zweiten Funkstation (BS2) gesendet wird,
die Synchronisationsinformationen von der ersten Funkstation (BS1) empfangen werden, und
der Sendezeitpunkt der ersten Funkstation (BS1) im Sinne einer Synchronisation mit der zweiten Funkstation (BS2) angepaßt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem in der Aussendung der ersten Funkstation (BS1) ebenso Synchronisationsinformationen an die zweite Funkstation (BS2) enthalten sind, die von der zweiten Funkstation (BS2) zur Synchronisation genutzt werden.

3. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem bei einer festgestellten Abweichung der Sendezeitpunkte beider Funkstationen (BS1, BS2) beide Funkstationen (BS1, BS2) die Sendezeitpunkte anpassen.

4. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem die Verschiebung der Sendezeitpunkte beider Funkstationen (BS1, BS2) in etwa gleich groß ist.

5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem die Sendezeitpunkte nur durch eine Verschiebung im Sinne eines späteren Sendens angepaßt werden.

6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem die Synchronisation wiederholt durchgeführt wird, wobei die Abstände ein Mehrfaches einer Rahmendauer betragen.

7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem eine Mittelung der Vergleichsergebnisse vor einer Synchronisation durchgeführt wird.

8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem
die Funkschnittstelle innerhalb eines Frequenzbandes nach einem Zeitmultiplex-Verfahren in mehrere, jeweils einen Rahmen (fr) bildende Zeitschlitze (ts) organisiert ist,
die Zeitschlitze (ts) wahlweise in Auf- oder Abwärtsrichtung (UL, DL) benutzt werden, und
die Zeitschlitze (ts) eines Rahmens (fr) unterschiedlichen Funkstationen (BS) zugeteilt sind.

9. Verfahren nach Anspruch 8, bei dem das Frequenzband breitbandig ist und sich innerhalb des Frequenzbandes gleichzeitig übertragene Signale anhand eines verbindungsindividuellen Spreizkodes (c) unterscheiden.

10. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem die Synchronisation eine Feinsynchronisation bezüglich des Sendezeitpunkts von Funkblöcken ist.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei dem die Synchronisation eine Grobsynchronisation bezüglich des Beginns eines Rahmens (fr) ist.

12. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem bei der Synchronisation bezüglich der Sendezeitpunkte der Funkstationen (BS1, BS2) konstante zeitliche Offset-Werte berücksichtigt werden.

13. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem die Funkstationen (BS1, BS2) eine gerichtete Abstrahlung zulassen und die Synchronisationsinformation auf die benachbarte Funkstation (BS1, BS2) gerichtet abgestrahlt wird.

14. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem der Empfangszeitpunkt bei den beiden Funkstationen (BS1, BS2) innerhalb mehrerer Signalkomponenten einer Mehrwegeausbreitung jeweils auf den kürzesten oder am stärksten empfangenen Ausbreitungsweg bezogen ist.

15. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem die Funkstationen (BS1, BS2) Basisstationen oder Teilnehmerstationen sind.

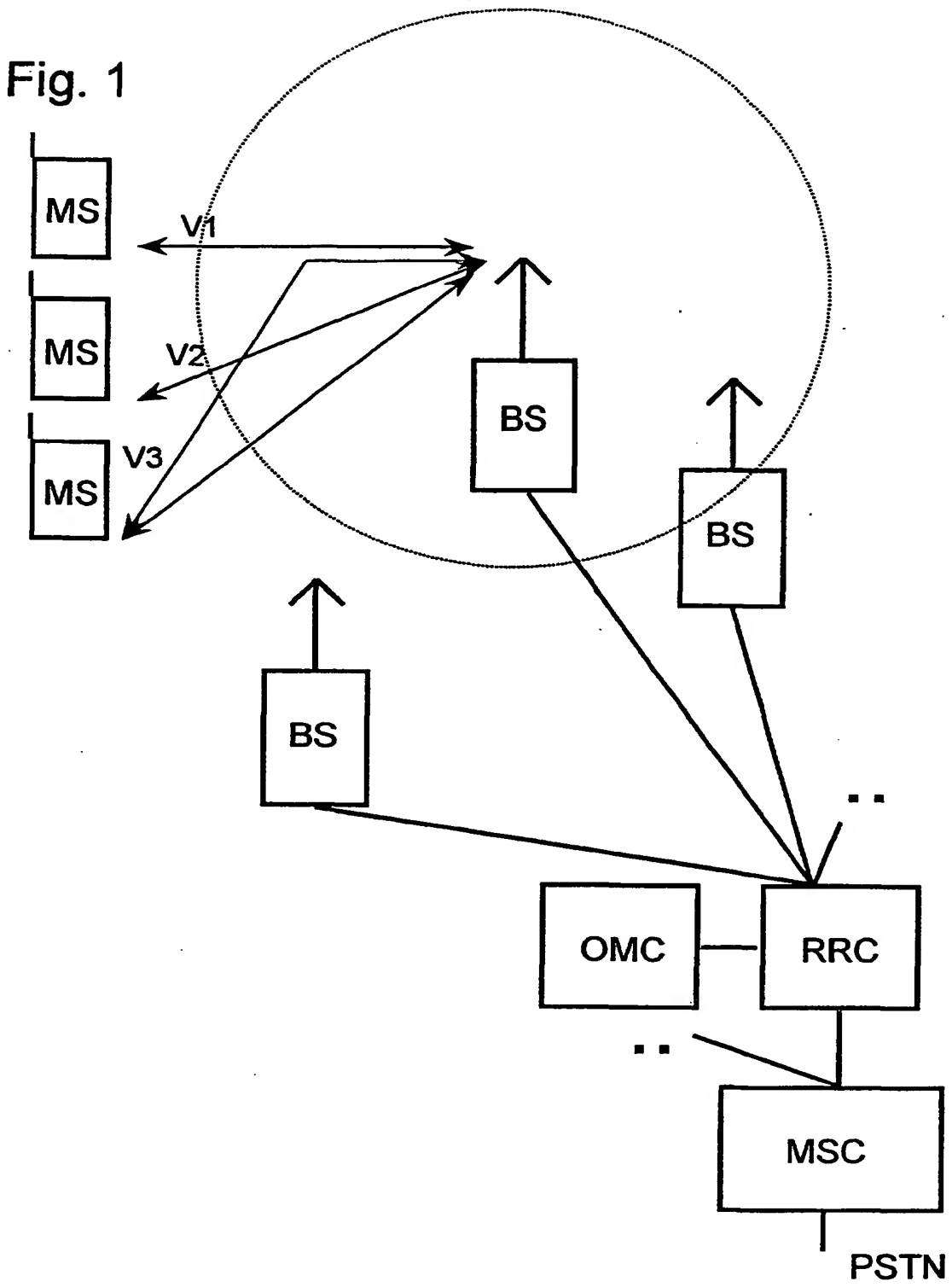
Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

BNSDOCID: <DE__19858358A1_I_>

Nummer: DE 198 58 358 A1
Int. Cl.[7]: H 04 L 7/00
Offenlegungstag: 29. Juni 2000

Fig. 1

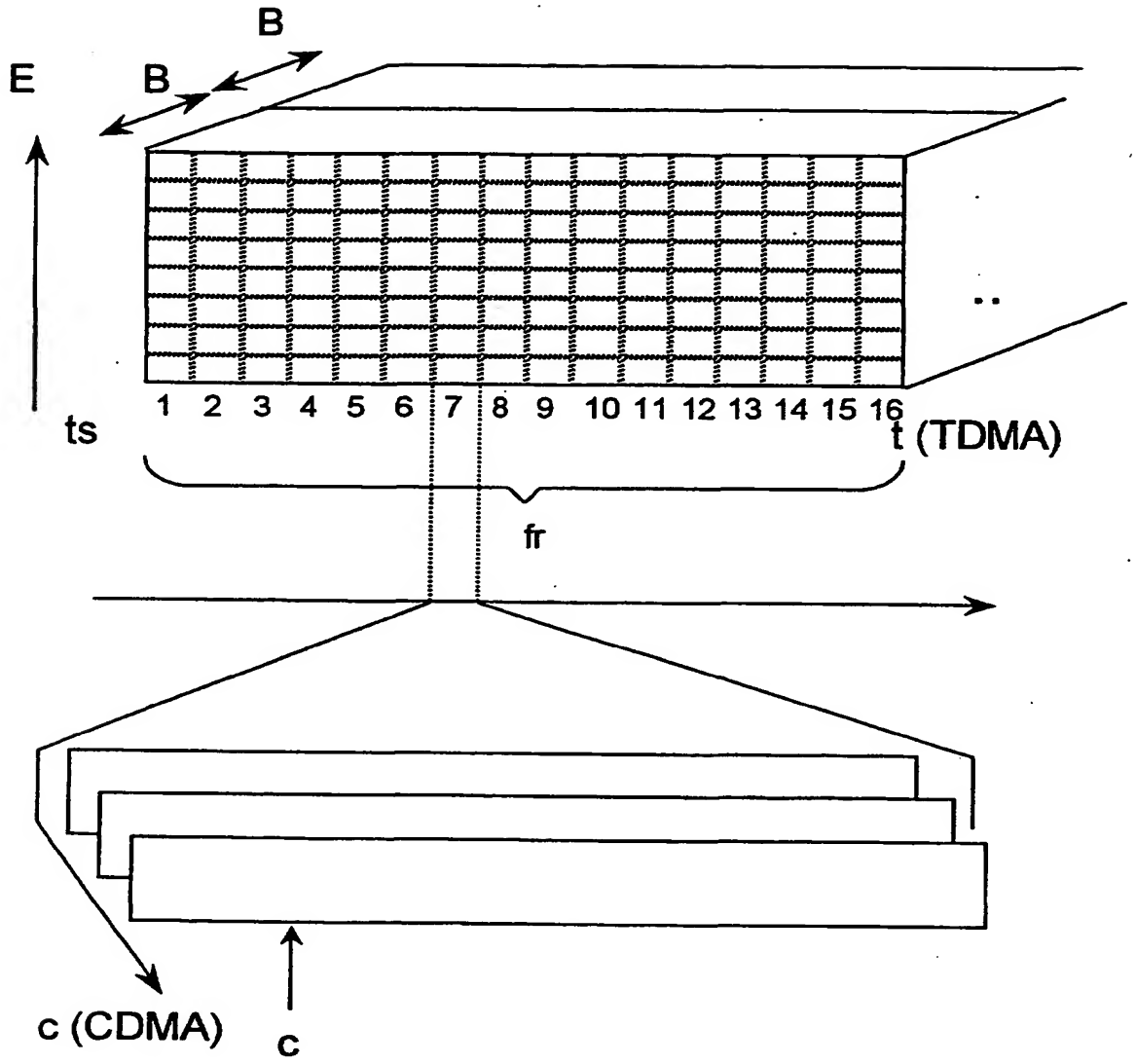


BNSDOCID: <DE 19858358A1 >

Numm
Int. Cl.:
Offenlegungstag:

DE 198 58 358 A1
H 04 L 7/00
29. Juni 2000

Fig. 2



BNSDOCID: <DE__19858358A1 | >

Nummer: DE 198 58 358 A1
Int. Cl.[7]: H 04 L 7/00
Offenlegungstag: 29. Juni 2000

Fig. 3

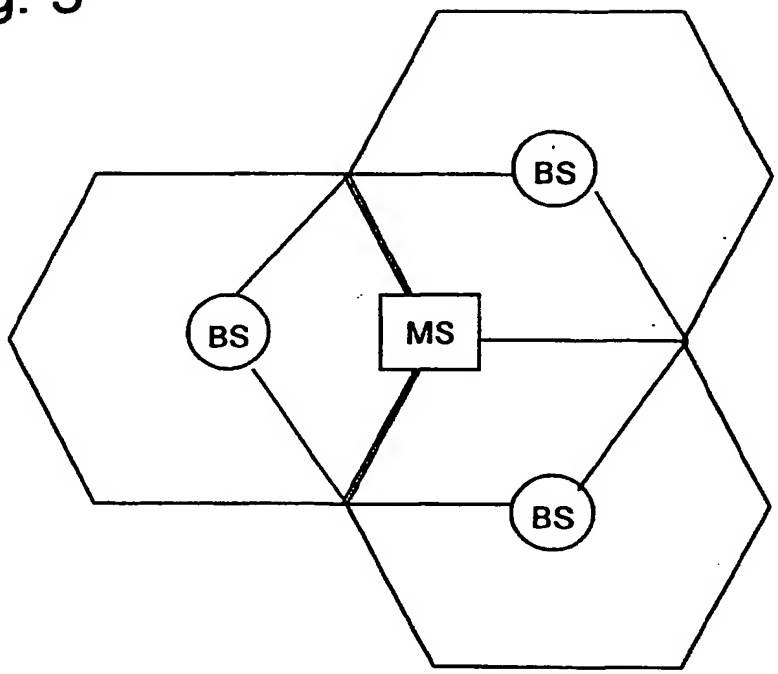
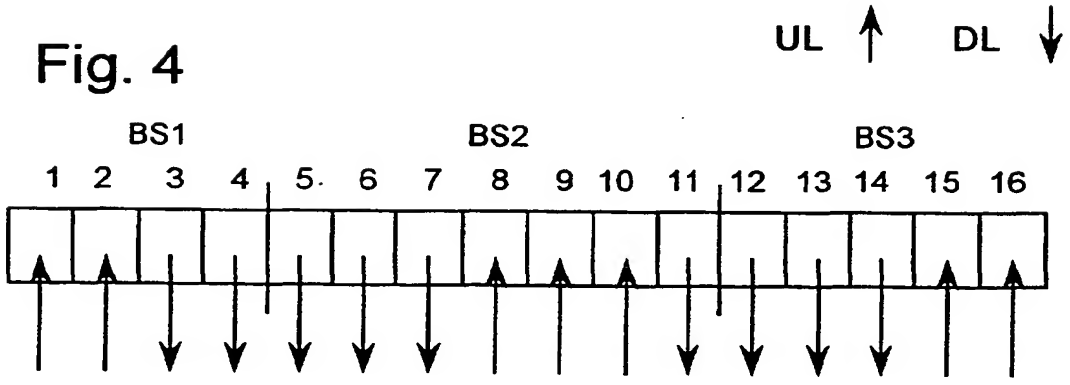
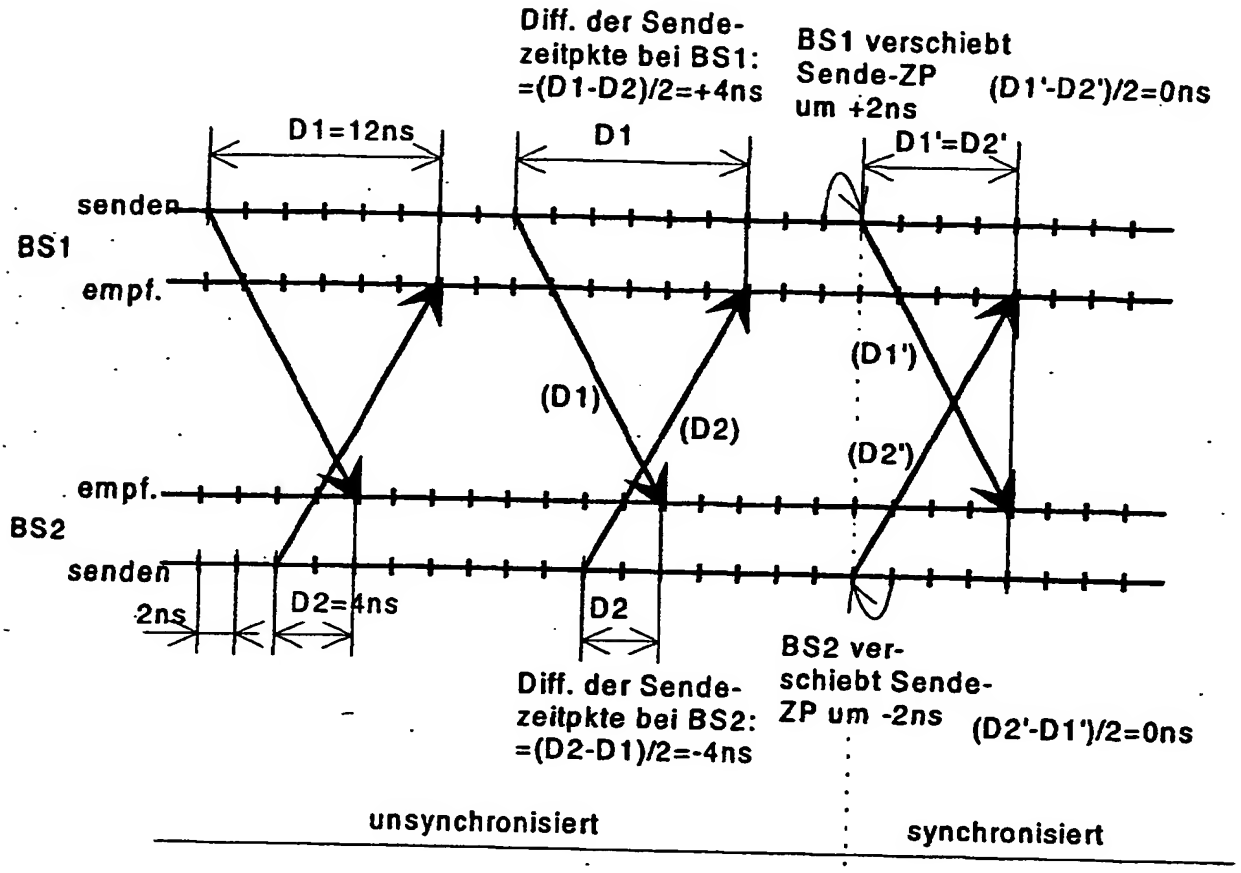


Fig. 4



Numm
Int. Cl.[7]:
Offenlegungstag:

DE 198 58 358 A1
H 04 L 7/00
29. Juni 2000



BNSDOCID: <DE__19858358A1_I >